

## **Laboratorium Dynamiki układów mechanicznych**

### **Laboratorium nr 08-09**

**Temat:** Analityczne modelowanie drgań układów o dwóch stopniach swobody

**Cel laboratorium:**

- Analityczne modelowanie układu drgającego o dwóch stopniach swobody.
- Symulacja drgań układu.

**Część 1: Analiza drgań swobodnych**

**Instrukcja:**

1. Stosując znane z mechaniki ogólnej formalizmy ułóż równania ruchu jednego układu mechanicznego pokazanego w tabeli.
2. Na podstawie analizy drgań swobodnych wyznacz częstości własne układu. Potrzebne dane znajdują się w drugiej tabeli.

<p>1</p> <p><math>y = y_0 \cos(\theta t)</math> <math>M = M_0 \cos(\theta t)</math></p>	<p>2</p> <p><math>y = y_0 \cos(\theta t)</math> <math>M = M_0 \cos(\theta t)</math></p>	<p>3</p> <p><math>P = P_0 \cos(\theta t)</math> <math>M = M_0 \cos(\theta t)</math></p>
<p>4</p> <p><math>y = y_0 \cos(\theta t)</math> <math>z = z_0 \cos(\theta t)</math></p>	<p>5</p> <p><math>P = P_0 \cos(\theta t)</math> <math>M = M_0 \cos(\theta t)</math></p>	<p>6</p> <p><math>y = y_0 \cos(\theta t)</math> <math>M = M_0 \cos(\theta t)</math></p>
<p>7</p> <p><math>P = P_0 \cos(\theta t)</math> <math>M = M_0 \cos(\theta t)</math></p>	<p>8</p> <p><math>y = y_0 \cos(\theta t)</math> <math>z = z_0 \cos(\theta t)</math></p>	

Nr	$m_1$ [kg]	$m_2$ [kg]	$m_3$ [kg]	$l_1$ [m]	$l_2$ [m]	$l_3$ [m]	$r_1$ [m]	$r_2$ [m]	$k_1$ [N/m]	$k_2$ [N/m]	$k_3$ [N/m]	$k_4$ [N/m]	$P_0$ [N]	$M_0$ [Nm]	$y_0$ [m]	$z_0$ [m]	$\theta$ [rad/s]
1	2	2	-	0.5	-	-	-	-	1000*	1000	500	-	-	2	0.01	-	60
2	5	1	-	-	-	-	0.2	-	500*	1000	1000	-	-	3	0.01	-	30
3	1	1	-	0.5	0.5	-	-	-	1000	1000	-	-	10	1	-	-	30
4	1	1	-	0.5	-	-	-	0.1	1000	2000	1000	1000	-	-	0.01	0.01	60
5	5	1	-	-	0.5	-	0.1	-	100	200	-	-	5	1	-	-	40
6	2	5	-	-	-	-	-	0.1	200	400	250	-	-	1	0.02	-	20
7	1	4	-	-	-	-	-	0.1	100	400	100	-	10	1	-	-	40
8	1	2	1	-	-	0.5	-	0.1	1000	2000	1000	1000	-	-	0.03	0.01	50

\* Te współczynniki sztywności sprężyn mają jednostkę [Nm/rad].

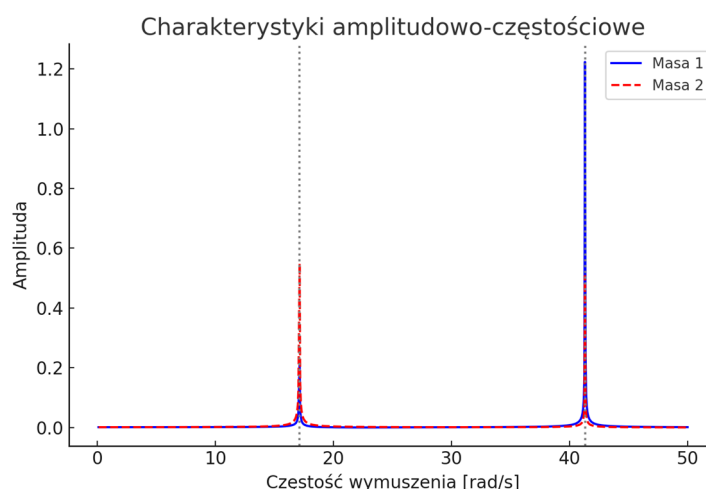
## Część 2: Analiza drgań wymuszonych

### Narzędzia:

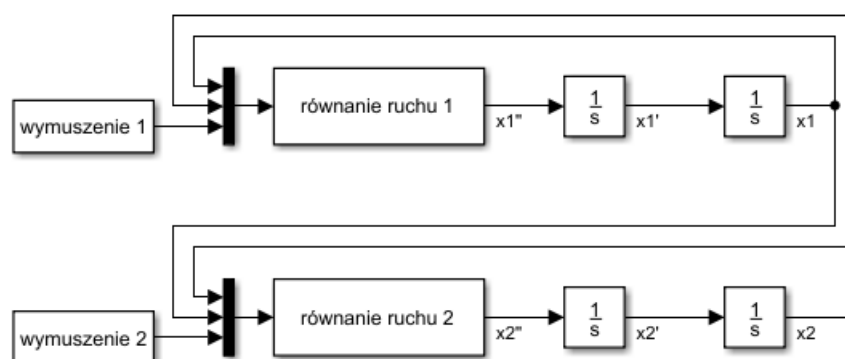
- Oprogramowanie **MATLAB Simulink**.

### Instrukcja:

- Na podstawie analizy drgań wymuszonych wyznaczyć amplitudy drgań wymuszonych w funkcji częstości wymuszenia.
- W programie MATLAB lub Simulink wykonać charakterystyki amplitudowo – częstościowe. Wskaż strefy rezonansowe oraz określ częstość, przy której zachodzi antyrezonans. Przykładowe charakterystyki pokazano na wykresie.



- Jeśli zdążysz, zasymuluj rozwiązanie dynamicznych równań ruchu układu w programie Simulink i przedstaw rozwiązania na wykresach. Ogólny schemat rozwiązania układu dwóch równań drugiego rzędu pokazano na poniższym schemacie.



### Dynamika układów mechanicznych

Analityczne modelowanie drgań układów o dwóch stopniach swobody

**Najważniejsze do zapamiętania**

- Układ ma tyle częstości własnych ile ma stopni swobody.
- Układ ma tyle stref rezonansu ile częstości własnych.